

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI  
ZAGREB**

**Mateo Sičaja**

**ANALIZA ISKORIŠTENJA VOZNOG PARKA  
CESTOVNIH TERETNIH VOZILA U HLADNOM LANCU**

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2018.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI  
ZAGREB**

**DIPLOMSKI RAD**

**ANALIZA ISKORIŠTENJA VOZNOG PARKA  
CESTOVNIH TERETNIH VOZILA U HLADNOM LANCU**

**ANALYSIS OF USAGE OF ROAD CARGO  
VEHICLE FLEET IN COLD CHAIN**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ratko Stanković

Student: Mateo Sičaja

JMBAG: 0135229004

**ZAGREB, 2018.**

## **ANALIZA ISKORIŠTENJA VOZNOG PARKA CESTOVNIH TERETNIH VOZILA U HLADNOM LANCU**

### **SAŽETAK**

Analiza iskorištenja voznog parka daje za rezultat podatke pomoću kojih se olakšava upravljanje voznim parkom te nalaze načini kako smanjiti troškove i povećati ukupnu dobit. U radu je analiziran vozni park tvrtke RALU Logistika s aspekta iskorištenja voznog parka kroz primjere te cijelokupan vozni park kroz jednu godinu. Izračunom pokazatelja iskorištenja voznog parka postižu se rezultati analize voznog parka koji prikazuju u kolikoj je mjeri iskorišten vozni park vremenski, prijeđenim kilometrima, brzinom kretanja i nazivne nosivosti. Temeljem rezultata provedene analize, formulirani su prijedlozi elemenata unaprjeđenja čijom bi se primjenom optimirao sastav voznog parka, te smanjili troškovi, potrošnja goriva, prijeđeni kilometri i problem starih vozila.

**KLJUČNE RIJEČI:** Upravljanje voznim parkom; Iskorištenje; Hladni lanac; Uštede

## **ANALYSIS OF USAGE OF ROAD CARGO VEHICLE FLEET IN COLD CHAIN**

### **SUMMARY**

The fleet utilization analysis provides data to help drive fleet management and find ways to reduce costs and increase overall profit. This paper analyzes the fleet of the company RALU Logistics from the aspect of utilizing the fleet through examples and the complete fleet for one year. By calculating the utilization rate of the fleet, the results of fleet analysis are presented which show how much has the fleet been used in time, mileage, speed and nominal capacity. Based on the results of the analysis carried out, proposals for improvement elements were formulated, when it would be applied the fleet condition would be optimized and reduced costs, fuel consumption, mileage and old vehicle problems.

**KEY WORDS:** Fleet management; Exploitation; Cold chain; Cost savings

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. SPECIFIČNOSTI TRANSPORTA ROBE U HLADNOM LANCU .....	3
2.1. Cestovni prijevoz robe u hladnom lancu .....	4
2.2. Posebni uvjeti prijevoza unutar hladnog lanca .....	5
3. POKAZATELJI ISKORIŠTENJA VOZNOG PARKA TERETNIH VOZILA U HLADNOM LANCU .....	7
3.1. Vremenska analiza djelovanja prijevoznih sredstava .....	8
3.1.1. Koeficijent ispravnosti prijevoznih vozila ( $\alpha_{is}$ ) .....	8
3.1.2. Koeficijent angažiranosti prijevoznih sredstava ( $\alpha_a$ ) .....	9
3.1.3. Koeficijent iskorištenja vožnje ( $\alpha_v$ ) .....	9
3.2. Analiza prijednog puta prijevoznih sredstava .....	10
3.2.1. Koeficijent iskorištenja prijednog puta pod opterećenjem .....	10
3.2.2. Koeficijent iskorištenja nultoga prijednog puta .....	10
3.3. Analiza brzine kretanja prijevoznih sredstava .....	11
3.3.1. Prometna brzina ( $V_p$ ) .....	11
3.3.2. Prijevozna brzina ( $V_{pr}$ ) .....	11
3.3.3. Brzina obrtaja ( $V_o$ ) .....	11
3.4. Analiza nazivne nosivosti prijevoznih sredstava .....	12
3.4.1. Koeficijent statičkog opterećenja ( $\Upsilon_s$ ) .....	12
3.4.2. Koeficijent dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti ( $\Upsilon_d$ ) .....	13
4. ANALITIČKI PRIKAZ ISKORIŠTENJA VOZNOG PARKA TVRTKE RALU LOGISTIKA .....	14
4.1. Vozni park tvrtke RALU .....	14
4.2. Analiza iskorištenja voznog parka tvrtke RALU .....	16
4.2.1. Primjer rute prijevoza na relaciji Zagreb-Rijeka-Kopar-Rotterdam-Ardoie- Zagreb .....	16
4.2.2. Primjer rute prijevoza na relaciji Zagreb-Zadar-Nova Ves-Slany-Zagreb .....	18

4.2.3. Primjer rute prijevoza na relaciji Zagreb-Čakovec-Varaždin-Trst-Padova-Munchen-Rosenheim-Zagreb.....	21
4.2.4. Analiza iskorištenja voznog parka RALU Logistike na bazi godine dana.....	23
5. PRIJEDLOG ELEMENATA UNAPRJEĐENJA.....	25
5.1. Smanjenje troškova goriva primjenom eko vožnje .....	25
5.2. Smanjenje prijedene kilometraže.....	28
5.3. Uvođenje vozila na električni i hibridni pogon.....	29
5.4. Kupnja vozila na leasing.....	30
6. OČEKIVANI UČINCI PRIMJENE PREDLOŽENIH ELEMENATA UNAPRJEĐENJA	
32	
6.1. Korištenje elemenata smanjenja troškova goriva .....	32
6.2. Korištenje elemenata unaprijeđenja smanjivanjem prijedene kilometraže .....	33
6.3. Elementi unaprijeđenja uvođenjem vozila na električni i hibridni pogon .....	33
6.4. Unaprijeđenje elemenata kupnjom vozila na leasing .....	34
7. ZAKLJUČAK .....	35
LITERATURA.....	36
POPIS SLIKA .....	38
POPIS TABLICA.....	39
POPIS GRAFIKONA .....	40

## 1. UVOD

Promet je gospodarska djelatnost koja se bavi prijevozom odnosno prenošenjem robe, ljudi i informacija s jednog mjesta na drugo. Ključni elementi prometa su infrastruktura, suprastruktura te operacije. Cestovni promet je jedan od najzastupljenijih načina transporta robe, on omogućava dostavu robe „od vrata do vrata“ što ga čini vrlo korisnim. Iako postoje različiti načini prijevoza robe u ovom radu će se bazirati prijevoz robe u hladnom lancu cestovnim teretnim vozilima gdje je RALU Logistika pri samom vrhu transporta robe u hladnom lancu.

Tvrtke koje se bave prijevozom robe teretnim cestovnim vozilima najčešće imaju svoj vozni park koji je potrebno analizirati svakodnevno te zaključiti koje odluke donositi u budućnosti. Iskoristivost voznog parka cestovnih teretnih vozila najvažnija je komponenta donošenja odluka u poslovanju, analizom je moguće odrediti isplativost određenih poslovnih prilika te prikazati postoje li drugi načini kako bi poslovanje bilo obostrano korisno za klijente i za tvrtku.

Unutar rada je objašnjena analiza iskorištenja cestovnog voznog parka u hladnom lancu prema podacima iz vodeće tvrtke koja se bavi prijevozom robe u hladnom lancu, ima vlastiti vozni park te ga sama održava i vodi sama svoje analize iskorištenja, a naziva se RALU Logistika. U suvremenom poslovanju nemoguće je postići konkurentnost bez suvremenog i efikasno organiziranog voznog parka, a da bi se to postiglo potrebno je odrediti ključne pokazatelje performansi te razmatrajući izvještaje tih pokazatelja doći do rješavanja problema.

Rad je podjeljen u sedam cjelina:

1. Uvod
2. Specifičnosti transporta robe u hladnom lancu
3. Pokazatelji iskorištenja voznog parka teretnih vozila u hladnom lancu
4. Analitički prikaz iskorištenja voznog parka tvrtke RALU Logistike
5. Prijedlog elemenata unaprjeđenja
6. Očekivani učinci primjene predloženih elemenata unaprjeđenja
7. Zaključak

U prvom dijelu rada objašnjava se tema rada, uvod u rad te se navode i objašnjavaju cijeline rada.

U drugom dijelu rada objašnjena je razlika između klasičnog prijevoza robe u cestovnom prijevozu i prijevoza robe unutar hladnog lanca.

U trećem dijelu rada prikazuju se pokazatelji kojima se prikazuje iskorištenje voznog parka, objašnjenje pojmova i određenih formula potrebnih za analizu

Četvrti dio rada je posvećen analitičkom prikazu iskorištenja voznog parka koji se koristi u praksi u tvrtci RALU Logistika, analizom slučaja se dolazi do parametara.

Peti dio rada služi za prijedloge koji mogu unaprijediti i povećati iskorištenje voznog parka na maksimalni nivo.

U šestom dijelu je objašnjeno koji su učinci predloženog unaprijeđenja, kada bi ih tvrtka uzela i provela u praksi.

U sedmom dijelu rada zatvara se tema rada, donose se zaključci provedenog rada te se navodi osobno mišljenje autora.

## 2. SPECIFIČNOSTI TRANSPORTA ROBE U HLADNOM LANCU

Transport robe cestovnim teretnim vozilima omogućava transport „od vrata do vrata“ što mu daje prednost nad bilo kojom drugom vrstom transporta robe. Iako postoje drugi jeftiniji načini transporta ova vrsta će uvijek postojati radi te karakteristike, koja je ključna za završetak transporta nekada čak i za početak. Naravno korištenje sa drugim načinima transporta više nije novost (intermodalni transport) koji smanjiva cijene transporta, a održava zadovoljstvo klijenata. Razni su načini transporta cestovnom prijevozom, jer svaka roba ima svoje zahtjeve transporta.

Za transport robe kojoj je potreban određen temperaturni režim prije, tijekom i nakon transporta koristi se transport robe u hladnom lancu. Transport robe u hladnom lancu zahtjeva tehnologiju, opremu, drugačiji način pripreme robe te vozila. Iako jako sličan klasičnom transportu robe, hladni lanac se uvelike razlikuje od ostalih transporta.

Globalizacijom tržišta i rastom trgovine prehrambenih proizvoda pred proizvođače se postavljaju sve kompleksniji zadatci. Cilj je u što kraćem vremenu isporučiti prehrambene proizvode i time zadovoljiti sve zahtjevnije potrošače<sup>1</sup>. Samo je zadovoljan kupac jamstvo uspjeha na tržištu. Velik udio prehrambenih proizvoda je temperaturno osjetljiv, odnosno zahtjeva određeni temperaturni režim. Stoga je potrebno posvetiti posebnu pažnju ovoj vrsti proizvoda, kako bi se očuvala njihova zdravstvena ispravnost i kvaliteta.

Sustav upravljanja proizvodnim procesima u većini tvrtki koje proizvode hranu je učinkovit zbog korištenja potpuno automatiziranih, modernih tehnologija proizvodnje i nadzora te iskusnih zaposlenika. Procesi distribucije koji uključuju skladištenje i transport proizvoda često su kritična točka u prehrambenom lancu. Razlog tome jest dinamičnost procesa, proizvode je potrebno dostaviti sa jedne lokacije na drugu u što kraćem vremenskom razdoblju, uz održavanje temperaturnog režima tijekom cijelog transporta od proizvodnog kompleksa do skladišta, te nakon iskrcaja robe.

---

<sup>1</sup> <https://www.jatrgovac.com/2011/10/logistika-skladistenje-i-transport-hrane-u-hladnom-lancu/> (20.08.2018.)



### 2.1. Cestovni prijevoz robe u hladnom lancu

Moderni sustavi distribucije hrane su brzi i intenzivni te obuhvaćaju velik broj zemalja, čime se povećavaju opasnosti prenosive hranom, cjepivima te ostalom robom koja koristi hladni lanac za transport. Pravilno skladištenje i transport moraju osigurati kvalitetu i zdravstvenu ispravnost robe tijekom cijelog distribucijskog (hladnog) lanca. Proizvodnja, transport, skladištenje, isporuka trgovačkim lancima, bolnicama i ostalim ustanovama jednom riječju se nazivaju hladni lanac sve do isprave krajnjim potrošačima.

Nužno upravljanje lancem osigurava zdravstveno ispravnu i kvalitetnu robu, omogućava se upravljanjem svim koracima u proizvodnji i distribuciji te držanjem pod konstantnim nadzorom, temperature, oštećenja, kontroliranjem te uzimanjem uzoraka. Iz razloga jer je cestovni transport u Hrvatskoj najzastupljeniji te iz spomenutih karakteristika cestovnog prijevoza kritični dio je održavanje temperature robe u određenom temperaturnom režimu.

Za održavanje hladnog lanca tijekom i nakon transporta, prijevozna sredstva i skladištenje, nužni su prikladni skladišni i transportni uvjeti vezani uz uređenje i opremljenost prostora i vozila, a u skladu sa zahtjevima skladišne prakse. Skladišni prostori moraju biti prikladno održavani i dovoljnog kapaciteta za uredno skladištenje raznih vrsta proizvoda tako da su odvojeni prehrambeni i neprehrambeni proizvodi, te odjel za oštećenu robu kako nebi došlo do kontamacije „ne zaraženih“ proizvoda. Potrebno je osigurati zaštitu od nakupljanja i dizanja prašine, padanja čestica na zapakiranu robu, sprječavanje nastanka kondenzacije, razvoja pljesni na zidovima i robi te provođenje higijenske prakse, uključujući zaštitu od onečišćenja te oštećenja od mogućih štetnika<sup>2</sup>.

Temperatura je ključni parametar koji se mora detaljno pratiti, naročito na mjestima gdje se mogu zamijetiti ekstremne vrijednosti kao što su vrata vozila, vrata odnosno rampe skladišta, blizina izlaza zraka iz skladnjače (radi zamrzavanja) te o svemu voditi evidencije. U slučaju ne odgovarajuće temperature potrebno je propisati radnje koje se moraju poduzeti kako bi se zaštitila kvaliteta robe te spriječila nastajanja daljenje štete.

---

<sup>2</sup> <http://www.zzjzdnz.hr/hr/o-nama/rjecnik-pojmova/977> (20.08.2018.)

Razvrstavanje proizvoda unutar skladišta te u vozilu ne smije dovesti u pitanje kvalitetu transporta, skladištenja te kakvoće same robe. Preporuka u praksi je da se ne koriste drvene palete radi različitih nametnika koji mogu biti štetni za robu te smanjiti kvalitetu pružene usluge, dovesti do propadanja proizvoda te kontamacije idalje se koriste za distribuciju jer su jeftinije od alternative te su uvijek u opticaju pa ih je lako nabaviti. Korištenje drvenih paleta, stalaka i spremnika od drva zahtjeva dodatan nadzor kako bi se spriječila kontamacija proizvoda.

Hladni lanac je izuzetno osjetljiv, prekid jednog dijela lanca, čak i otvaranje vrata kamiona na iskrcaju prije vremena izjednačenja temperature unutar vozila i skladišta, prekida cijeli lanac, a nastala šteta tim prekidom je nepovratna. Sudionici hladnog lanca moraju međusobno surađivati te imati uvid u praksu prethodnih i budućih suradnika, što uključuje dokumentiranje postupaka skladištenja i distribucije, propisivanje klimatskih uvjeta unutar vozila i skladišta.

Hladni prostori trebaju biti opremljeni uređajima za konstantno praćenje i zabilježavanje temperature i alarmima za uzbunu kod kvarova, zona gdje dolazi do gubitaka temperaturnog režima, senzorima za nadzor kvalitete robe. Ulaz zraka u hladnjaču te ostale susrtave hlađenog prostora moraju biti opremljeni sa filterima za prašinu i smješteni na lokacije na vozilima i skladištima gdje je onemogućen ulazak ispušnih plinova transportnog vozila unutar hlađenog prostora.

## 2.2. Posebni uvjeti prijevoza unutar hladnog lanca

Kvarljiva roba koja se transportira hladnim lancem ima određeni rok trajanja koji se smanjuje ne održavanjem pravilne temperature. Najveći broj bakterija se razvija na temperaturi od 37 °C stoga je potrebno osigurati da roba nedođe to te kritične točke i ostane na odgovarajućoj temperaturi cijeli svoje vijek. Mnogi mikroorganizmi koji uzrokuju otrovanja i oštećenja robe nemogu se razmnožavati na temperaturi ispod 5 °C što podrazumjeva da se hladni lanac odnosno temperatura hladnog lanca mora održavati do te temperature, a nikako nesmije prelaziti temperaturu iznad 8 °C.

Temperaturni režim nekih proizvoda ipak je izuzetak, kako se unutar logistike hladnog lanca nailazi na različite vrste proizvoda tako svaki proizvod treba pomno promatrati radi njegovih karakteristika.

Kao primjer postoji voće i povrće koje nije unutar navedenih granica temperaturnog režima, kao što su banane, agrumi ili paprike kojima je temperatura potrebna kako nebi došlo do kvarenja 12-15 °C. Takva temperatura ne uništava mikroorganizme niti im šteti nego samo usporava i onemogućava razmnožavanje te daljenje uništavanje robe.

Unutar hladnog lanca dva su ključna čimbenika za transport robe i skladištenje, vrijeme i temperatura. Naime svaki proizvod ima svoj rok trajanja do kojega se roba mora prodati, odnosno iskoristiti, ako se ne iskoristi do tog roka roba se uništava jer je više ne upotrebljiva i štetna. Istraživanja ukazuju na porast kupovine zamrznute robe što indicira porast prometa hladnog lanca, većina proizvodnih kompleksa je automatizirana kako bi se smanjile greške koje nastaju ljudskom pogreškom. Temperaturna odstupanja iako su moguća od starenja postrojenja i ostalih vremenskih uvjeta najčešće nastaju ljudskom pogreškom njih čak 80%. Ljudske pogreške uključuju nepravilno zatvaranje vrata skladišnog prostora, produženo vrijeme ukrcaja ili iskrcaja robe, nepravilno postavljeni parametri hlađenja teretnog prostora vozila (npr. prebrzo hlađenje teretnog prostora dok se prevoze paprike te gornji sloj paprika na paletama od „stresnog“ smanjenja temperature pocrni te se mora ukloniti), nesvjesno isključivanje sustava tijekom voznje i mnogi drugi razlozi narušavaju kvalitetu i zdravstvenu ispravnost proizvoda.

Održavanje kvalitete i sigurnosti se postiže praćenjem hladnog lanca kroz cijeli distributivni lanac jer sam transport uključuje niz nepredviđenih faktora koji utječu na kretanje temperature. Konstante provjere transportnih vozila i skladišnih prostora osiguravaju održavanje kvalitete robe, provjere poput kontrole čistoće i suhoće, kemijska onečišćenja jaki mirisi, zagađenost insektima, gljivice, pljesni te zaštita robe od vremenskih neprilika.

### 3. POKAZATELJI ISKORIŠTENJA VOZNOG PARKA TERETNIH VOZILA U HLADNOM LANCU

Teretna vozila voznog parka u hladnom lancu se sastoje od više vrsta vozila, manjih dostavnih vozila i velikih teretnih vozila za duže relacije i veću količinu robe. Prije pregleda iskorištenja voznog parka odvijaju se tri procesa stvaranje prijevozne usluge: proces ukrcaja robe, proces prijevoza robe i proces iskrcaja robe iz prijevoznog sredstva na odredište odnosno skladište na kraju putovanja. Sustav pokazatelja i koeficijenata uveden je kako bi se omogućilo planiranje, analiza i ocjena radne učinkovitosti svih cestovnih vozila u cestovnom prometu uključujući prijevozna sredstva hladnog lanca, preko kojih je moguće prikazati stupanj iskorištenja vozila voznog parka u cjelini. Dobivanjem takvih ključnih informacija može se upozoriti na eventualne slabosti u prijevoznom procesu koje se analizom mogu detektirati i otkloniti.<sup>3</sup>

Tehničko-eksploatacijske pokazatelje mogu se podjeliti na:

1. Pokazatelje vremenske učinkovitosti prijevoznih sredstava
2. Pokazatelje iskorištenja prijeđenog puta
3. Pokazatelje iskorištenja kapaciteta prijevoznih sredstava
4. Pokazatelje brzine kretanja prijevoznih sredstava.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Protega, V.; Tehnologija cestovnog prometa; autorizirana predavanja iz kolegija Osnove tehnologije prometa, Fakultet prometnih znanosti, 2011.

### 3.1. Vremenska analiza djelovanja prijevoznih sredstava

#### 3.1.1. Koeficijent ispravnosti prijevoznih vozila ( $\alpha_{is}$ )

Koeficijent ispravnosti teretnih vozila prikazuje prosječno stanje opće ispravnosti voznog parka, odnosno sposobnosti homogenog voznog parka tijekom promatranog vremenskog razdoblja, kako je dano izrazom (1.), formula je raspisana izrazom (2.) i izrazom (3.).

$$\alpha_{is} = \frac{DPS_s}{DPS_k} \quad (1.)$$

$$DPS_k = DPS_r + DPS_p + DPS_n \quad (2.)$$

$$DPS_s = DPS_r + DPS_p \quad (3.)$$

Gdje su:

$DPS_k$ - Knjigovodstveni dani voznog parka

$DPS_r$ -Radni (aktivni) dani voznog parka

$DPS_p$ -Pričuvni (pasivni) dani voznog parka

$DPS_n$ - Nesposobni (neispravni) dani voznog parka<sup>6</sup>

---

<sup>4</sup> Bilić, B.; Jurjević, M.; Barle, J.; Procjena pouzdanosti tehničkog sustava primjenom Markovljevih modela, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Split, 2010.

<sup>5</sup> Lipovec, N.; Kozina, G.; ekonomska analiza i ocjena zakonitosti ponude i potražnje, Veleučilište u Varaždinu, 2013.

<sup>6</sup> Protega, V.; Temeljne teorijske postavke; autorizirana predavanja iz kolegija Osnove tehnologije prometa, Fakultet prometnih znanosti, 2011.

### 3.1.2. Koeficijent angažiranosti prijevoznih sredstava ( $\alpha_a$ )

Koeficijent angažiranosti prijevoznih sredstava odražava prosječno opće stanje zaposlenosti voznog parka, odnosno stupanj prisutnosti homogenog voznog parka na radu tijekom promatranog vremenskog razdoblja, kako je zadano izrazom (4.). Riječ je o udjelu radnog resursa u knjigovodstvenom. Razlozi izostanka prijevoznih sredstava s radnog zadatka mogu biti neispravnost, s jedne, i tržišno uvjetovana ili planirana pričuva, s druge strane.

$$\alpha_a = \frac{DPS_r}{DPS_k} \quad (4.)$$

### 3.1.3. Koeficijent iskorištenja vožnje ( $\alpha_v$ )

Uspješnost angažiranosti prijevoznih sredstava obično se prati pomoću koeficijenta iskorištenja vremena rada za vožnju, odnosno koeficijenta iskorištenja vožnje ( $\alpha_v$ ), kako je zadano izrazom (5.). Koeficijent se određuje iz količine vremena provedenog u kretanju ili vožnji ( $H_v$ ) i vremena koje je prijevozno sredstvo ukupno provelo u radu ( $H_r$ ), uključujući period cijelog prijevoznog procesa. Izračun ukupnih radnih sati prijevoznog sredstva provedeni u prijevoznom procesu su zadani izrazom (6.)

$$\alpha_v = \frac{HPS_v}{HPS_r} \quad (5.)$$

$$HPS_r = HPS_u + HPS_v + HPS_i \quad (6.)$$

Gdje su:

$HPS_r$ -ukupni radni sati prijevoznog sredstva provedeni u prijevoznom procesu

$HPS_u$ -sati prijevoznog sredstva provedeni na ukrcaju

$HPS_v$ -sati prijevoznog sredstva provedeni u vožnji

$HPS_i$ -sati prijevoznog sredstva provedeni na iskrcaju<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> Stanković, R.; Problem usmjeravanja vozila: autorizirana predavanja iz kolegija Prijevozna logistika 2, Fakultet prometnih znanosti, 2015.

<sup>8</sup> Stanković, R.; Linearno programiranje: autorizirana predavanja iz kolegija Prijevozna logistika 2, Fakultet prometnih znanosti, 2015.

<sup>9</sup> Protega, V.; Temeljne teorijske postavke; autorizirana predavanja iz kolegija Osnove tehnologije prometa, Fakultet prometnih znanosti, 2011.

### 3.2. Analiza prijeđenog puta prijevoznih sredstava

#### 3.2.1. Koeficijent iskorištenja prijeđenog puta pod opterećenjem

Preko koeficijenta ( $\beta$ ) izražava se iskorištenje prijeđenog puta, kako je zadano izrazom (7.), pomoću kojeg se iskazuje iskorištenje prijeđenog puta vozila prilikom pojave robe odnosno ukrcaja robe na prijevozno sredstvo, bez obzira u kojoj je mjeri iskorištena nosivost prijevoznog sredstva. Što znači da koeficijent ( $\beta$ ) iskazuje udio prijeđenog puta pod opterećenjem u odnosu na ukupni prijeđeni put kako je zadano izrazom (8.).

$$\beta = \frac{PSL_t}{PSL} \quad (7.)$$

$$PSL = PSL_0 + PSL_t + PSL_p \quad (8.)$$

Gdje su:

PSL-Ukupno prijeđeni put prijevoznog sredstva [km]

$PSL_t$ -Put koj je prijevozno sredstvo prešlo pod opterećenjem [km]

$PSL_p$ -Put koji je prijevozno sredstvo prešlo bez tereta na relaciji prijevoznika [km]

$PSL_0$ -Nulti prijeđeni put [km].<sup>12</sup>

#### 3.2.2. Koeficijent iskorištenja nultoga prijeđenog puta

Koeficijent nultog prijeđenog puta ( $\beta_0$ ), svojevrsni je pokazatelj stupnja dislociranosti smještajnog prostora prijevoznih sredstava u odnosu na lokacije operativnih prostorua, odnosno relacije prijevoza robe. Koeficijentom ( $\beta_0$ ) iskazuje se udio nultoga prijeđenog puta u ukupnom prijeđenom putu, kako je zadano izrazom (9.).<sup>12</sup>

$$\beta_0 = \frac{PSL_0}{PSL} \quad (9.)$$

---

<sup>10</sup> Zelenika, M.; Vrijeme rada i odmora; autorizirana predavanja iz kolegija Organizacija prijevoza putnika, Fakultet prometnih znanosti, 2014.

<sup>11</sup> A.T.Kearney analiza-Održivi razvoj hrvatske transportne industrije; <http://www.archive-si-2013.com/open-archive/1157508/2013-01-15/3c9a95f5dfade4df56805d28d8a81f1b> (30.08.2018.)

<sup>12</sup> Protega, V.; Temeljne teorijske postavke; autorizirana predavanja iz kolegija Osnove tehnologije prometa, Fakultet prometnih znanosti, 2011.

### 3.3. Analiza brzine kretanja prijevoznih sredstava

#### 3.3.1. Prometna brzina ( $V_p$ )

Prometna brzina je brzina koju ostvari prijevozno sredstvo prilikom prijevoza na radnom zadatku, uzimajući u obzir samo vrijeme vožnje (rad motora), bez stajanja radi usputnih zadržavanja koje uzrokuje prometni tok, kako je zadano izrazom (10.).

$$V_p = \frac{PSL}{HPS_p} \quad 13 \quad (10.)$$

#### 3.3.2. Prijevozna brzina ( $V_{pr}$ )

Prijevozna brzina se razlikuje od prometne jer uzima u obzir i vrijeme mogućeg zadržavanja od polazišta do odredišta bez obzira na razloge zadržavanja, kako je zadano izrazom (11.). Međutim, u vrijeme provedeno u prijevoznom procesu nisu uključena vremena ukrcaja i iskrcaja u polaznoj i završnoj točki relacije na kojoj je prijevoz obavljen. Iz tog razloga prijevozna brzina je manja od prometne ili moguće u nekim slučajevima da su brzine jednake jedna drugoj.

$$V_{pr} = \frac{PSL}{HPS_{pr}} \quad (11.)$$

Gdje je  $HPS_{pr}$  trajanje prijevoza u satima.<sup>14</sup>

#### 3.3.3. Brzina obrtaja ( $V_o$ )

Brzina obrtaja odgovara brzini koju ostvari prijevozno sredstvo radeći na radnom zadatku pri čemu se uzima u obzir vrijeme ukrcaja i iskrcaja, te moguća zadržavanja i sama vožnja tijekom obrta. Brzina koju ostvaruje prijevozno sredstvo radeći obrte između početne i završne točke u procesu prijevoza, kako je zadano izrazom (12.).

$$V_o = \frac{PSL}{HPS_o} \quad 15 \quad (12.)$$

---

<sup>13</sup> Rogić, K.; Šutić, B.; Kolarić, G.: Methodology of introducing fleet management system;  
<http://www.fpz.unizg.hr/traffic/index.php/PROMTT/article/viewFile/992/839>(30.08.2018.)

<sup>14</sup> <http://www.arz.hr/index.php?page=4&lng=1> (30.08.2018.)

<sup>15</sup> <http://www.mm-medven.com> (30.08.2018.)



Vrijeme obrta može se izraziti i sljedećim izrazom (13.):

$$HPS_o = hps_{vo} + hps_{uio} + hps_{zo} \quad 16 \quad (13.)$$

Gdje je:

$HPS_o$ -Vrijeme obrta

$Hps_{vo}$ -Vrijeme vožnje u obrtu

$Hps_{uio}$ -Vrijeme trajanja ukrcaja i iskrcaja u obrtu

$Hps_{zo}$ -Vrijeme ostalih zadržavanja u obrtu.<sup>17</sup>

### 3.4. Analiza nazivne nosivosti prijevoznih sredstava

#### 3.4.1. Koeficijent statičkog opterećenja ( $\gamma_s$ )

Koeficijent statičkog opterećenja prijevoznih sredstava je rezultat dijeljenja stvarnog i mogućeg (nazivnog) opterećenja. Koeficijent statičkog opterećenja se izražava izrazom (14.):

$$\gamma_s = \frac{Q}{q_n \cdot n_y} \quad 18 \quad (14.)$$

Gdje je:

$Q$ -Ukupna količina tereta

$q_n$ -Nazivna nosivost prijevoznog sredstva

$n_y$ -Broj vožnji sa teretom

---

<sup>16</sup> [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_06\\_75\\_1505](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_75_1505). (30.08.2018.)

<sup>17</sup> Protega, V.; Temeljne teorijske postavke; autorizirana predavanja iz kolegija Osnove tehnologije prometa, Fakultet prometnih znanosti, 2011.

<sup>18</sup> <http://www.cvh.hr/propisi-i-upute/pravilnici/zakon-o-sigurnosti-prometa-na-cestama/pravilnik-o-tehnickim-uvjetima-vozila-u-prometu-na-cestama>(30.08.2018.)

### 3.4.2. Koeficijent dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti ( $\gamma_d$ )

Koeficijent dinamičkog iskorištenja korisne nosivosti prijevoznog sredstva je rezultat usporedbe ostvarenog i mogućeg prometnog učinka. Razlikuje se od koeficijenta statičkog iskorištenja nazivne nosive koji se dobije pomoću stvarne količine prevezene robe, koeficijent dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti uključuje ne samo stvarno prevezenu robu, već i udaljenosti na kojima se roba prevozi.

Nedostatno iskorištenje nazivne nosivosti prijevoznog sredstva utječe na gubitak prometnog učinka te se povećava s povećanjem udaljenosti. Koeficijent dinamičkog iskorištenja se izražava sljedećim izrazom (15.):

$$\gamma_d = \frac{U}{q_n + PSL_t}^{19} \quad (15.)$$

Gdje je:

U-Ostvareni prijevozni učinak

$q_n$ -Nazivna nosivost prijevoznog sredstva

$PSL_t$ -Prijeđeni put prijevoznog sredstva s teretom

---

<sup>19</sup> <http://www.trznice-zg.hr/default.aspx?id=278> (30.08.2018.)

## 4. ANALITIČKI PRIKAZ ISKORIŠTENJA VOZNOG PARKA TVRTKE RALU LOGISTIKA

Analiziranjem i konstantnim praćenjem stanja vlastitog voznog parka dobiva se uvid u stanje vozila, praćenje sustava održavanja i održava kvaliteta pruženih usluga. Provođenjem analiza iskorištenja vlastitog voznog parka tvrtka RALU dobivenim analitičkim prikazom ima uvid u isplative i ne isplative dogovore sa strankama i prije samog ugovaranja posla te je iz tog razloga vođenje evidencije je vrlo bitno za bilo koju tvrtku.

### 4.1. Vozni park tvrtke RALU

Vozni park RALU Logistike sastoji se od tegljača, prikolica te poluprikolica, manjih dostavnih vozila i kombija. Sva vozila su opremljena opremom za održavanje temperature za vrijeme vožnje te za vrijeme stajanja. Neka od tih vozila poput poluprikolica imaju zasebne motore koji služe za održavanje temperature unutar same poluprikolice za razdoblje kada tegljač nije u mogućnosti davati snagu za pogon tog motora (kada je udaljen, kada je tegljač u kvaru te slični razlozi).

Vozni park RALU Logistike nije homogeni vozni park već se sastoji od vozila različitih proizvođača što je prikazano na slici 1 i u tablici 1.

Svaki tegljač ima posebne karakteristike. Tegljači su ekološke klase Euro 6 jer je tvrtka usmjerena prema smanjenju emisije štetnih plinova i najvećim stupnjevima euro normi.



*Slika 1 Prikaz „flote“ RALU Logistike*

Izvor: <http://www.ralulogistics.com/usluge/logisticka-rjesenja>

Tvrtka raspolaže i različitim poluprikolicama kako slijedi:

**a) DVOREŽIMSKA POLUPRIKOLICA**

- ima dva agregata za hlađenje/grijanje i pomični zid (pregradu) koji prostor poluprikolice dijeli na dva dijela
- mogućnost istodobnog transporta robe na dvjema različitim temperaturama, uključujući i duboko smrznute uvjete (-20 °C)

**b) POLUPRIKOLICA S KUKAMA**

- služi za prijevoz svježeg mesa obješenog na kuke
- u poluprikolicu se može objesiti 400 kuka

**c) POLUPRIKOLICA S DVOSTRUKIM PODOM**

- omogućuje istodobni prijevoz 66 euro-paleta visine do 120 cm i ukupne mase do 22 t

U tablici 1. je prikazan kapacitet voznog parka kojim raspolaže tvrtka RALU Logistika.

*Tablica 1* Prikaz vozila RALU Logistike

	Godina proizvodnje	
	2009	2010
Tegljači		
MAN	13	77
Mercedes	0	50
Volvo	0	20

Odabir poluprikolice ovisi o vrsti same robe u prijevozu kao i o potrebnom temperaturnom režimu tijekom prijevoza.

Tegljači proizvođača MAN su jedni od najpoznatijih tegljača na europskom tržištu i nalaze se među najpouzdanijim tegljačima u Europi. U tvrtci su ova vozila najzastupljenija.

Mercedes je svjetski proizvođač vozila koji je potekao od tvrtke Daimler AG. Ovaj brand Mercedes poznat je po luksuznim automobilima, autobusima, kamionima te plovilima. U tvrtci ova vozila čine trećinu voznog parka.

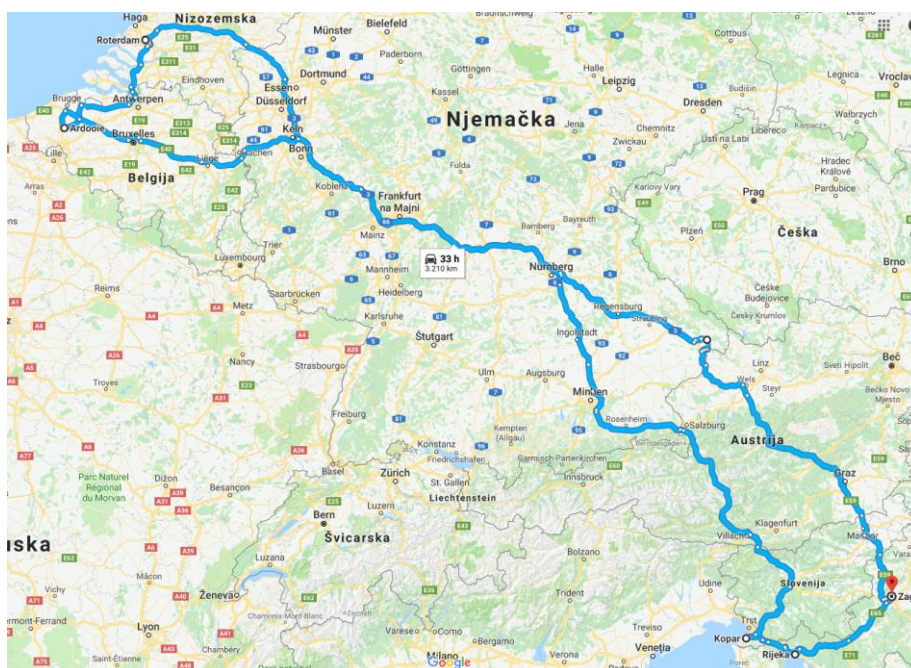
Volvo je švedski proizvođač vozila koji uključuje proizvodnju autobusa, kamiona te automobila. U tvrtci su ova vozila najmanje zastupljena.

#### 4.2. Analiza iskorištenja voznog parka tvrtke RALU

Analizom voznog parka dobiva se uvid u stanje voznog parka, koja vozila su operativna koja čekaju servis, ali također omogućava se prikaz vozila u pogonu koja trenutno obavljaju određeni prijevoz. Analiza iskorištenja voznog parka promatra rute kojima se prevozi roba, stanje robe, potrošnja goriva, prijeđeni kilometri te moguća unaprijeđenja kako bi prijevoz bio više isplativ za tvrtku.

##### 4.2.1. Primjer rute prijevoza na relaciji Zagreb-Rijeka-Kopar-Rotterdam-Ardoie-Zagreb

Prijevoz na relaciji Zagreb-Rijeka-Kopar-Ardoie-Zagreb je jedan od uobičajenih prijevoza tvrtke RALU. Prikaz na slici 2. prikazuje rutu kretanja vozila od početne točke Zagreb do završne točke Zagreb. Treba napomenuti da vozilo nije uvijek napunjeno sa robom te da postoje „prazni“ kilometri između točaka polazišta i odredišta.



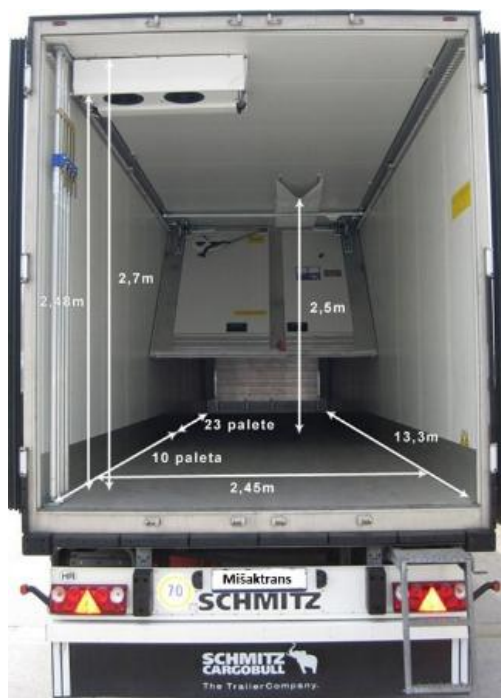
Slika 2 Prikaz rute Zagreb-Rijeka-Kopar-Ardoie-Zagreb na karti

Izvor: <https://www.google.com/maps>

Početna ruta je Zagreb-Rijeka udaljenosti 161 km te je vozilo preuzelo robu u Zagrebu te dostavilo u Rijeku. Nakon toga vozilo nastavlja svoj put do Kopra u Sloveniji te prelazi put od 79 km praznim vozilom gdje preuzima drugi teret. Nakon što preuzima teret iz Kopra vozilo nastavlja svoj put do 1.348 km udaljene luke Rotterdam na iskrcaj, daljnji „prazni“ kilometri su od grada Rotterdam do grada Ardoie u Belgiji, ukupno 201 km, kako bi preuzeo novi teret za prijevoz u Zagreb put dug 1.383 km gdje završava svoju rutu iskrcajem robe u skladištu u Zagrebu.

Vozilo tijekom rute prelazi ukupan put od 3.127 km od čega prazan kamion putuje ukupnom dužinom od 280 km koji se ne naplaćuju te su trošak tvrtci i uzrokuju gubitke. Koeficijent iskorištenja prijeđenog puta  $\beta$  iznosi 0,9105 odnosno 91,05% od ukupnog prijeđenog puta, a koeficijent iskorištenja nultog puta  $\beta_0$  iznosi 0,0895 odnosno 8,95% od ukupnog prijeđenog puta.

Prijevoz robe na ovoj ruti omogućava vozilo marke MAN novije vozilo u voznom parku tvrtci RALU Logistika čija je potrošnja goriva 31,5 l/100 km odnosno ukupna potrošnja goriva za izvršavanje svih zadataka ove rute bez vanrednih čekanja, radova na cestama, zaobilaženja i slično iznosi 985,01 litara, također motor koji održava temperaturu konstantnom tijekom cijelokupnog putovanja ima potrošnju goriva 2 l/h koja je manje značajna u usporedbi sa potrošnjom vozila, ali nije zanemariva. Za potrebe prijevoza koristi se poluprikolica sa duplom zonom hlađenja tkz. dvorežimska koja omogućava održavanje temperature unutar iste poluprikolice na dvije različite temperature tijekom vožnje.



*Slika 3 Prikaz poluprikolica sa duplom zonom hlađenja tkz. Dvorežimska*

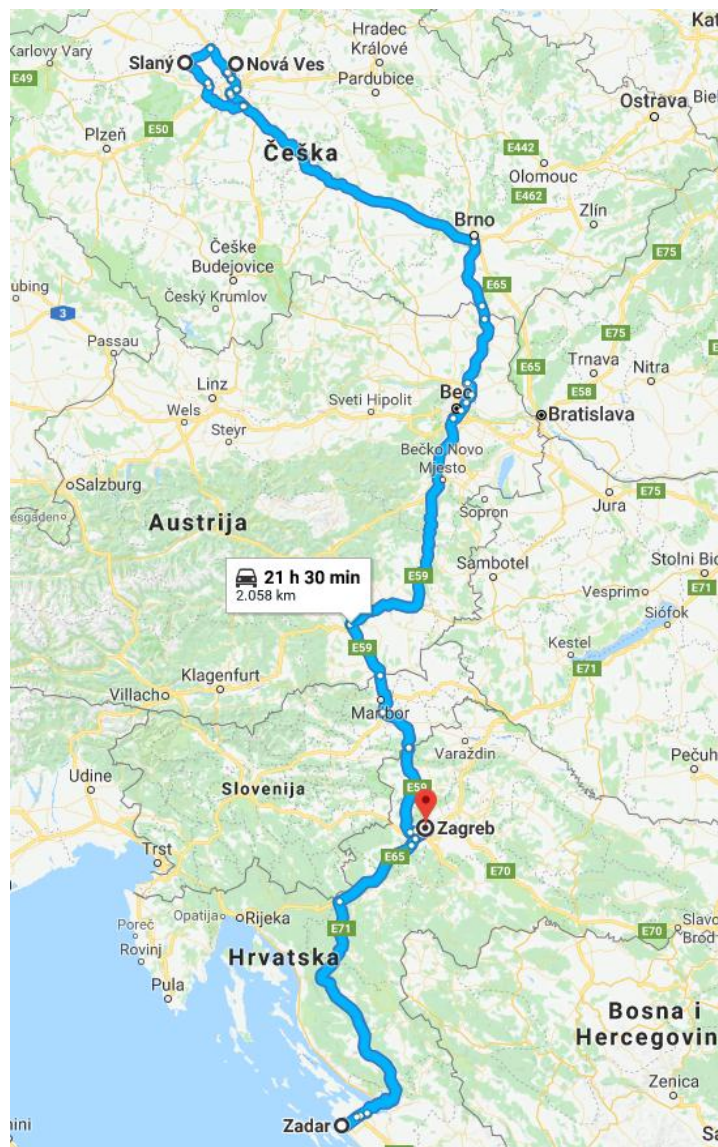
Izvor: <http://www.misaktrans.hr/vozni-park/>

#### 4.2.2. Primjer rute prijevoza na relaciji Zagreb-Zadar-Nova Ves-Slany-Zagreb

Drugi primjer prijevoza tvrtke RALU je na relaciji Zagreb-Zadar-Nova Ves-Slany Zagreb jedna je od kraćih ruta koje koristi tvrtka za dostavu robe prikazana na slici 4.

Početna točka je u Zagrebu gdje je vozilo napunjeno sa robom te se kreće prema Zadru put dug 285 km, te na toj lokaciji iskrcava robu te se puni novom robom za dostavu u Češku točnije u grad Nova Ves udaljena od Zadra 986 km, nakon dolaska u grad Nova Ves te iskrcava robe, vozilo nastavlja prema destinaciji Slany udaljeno 47,3 km praznim vozilom. U gradu Slany preuzima robu za Zagreb te se kreće 739 km do krajnje točke ove rute koja završava iskrcajem u Zagrebu.





*Slika 4 Prikaz rute Zagreb-Zadar-Nova Ves-Slany-Zagreb na karti*

Izvor: <https://www.google.com/maps>

Ukupan prijeđeni put je 2.057,3 km te je od ukupne kilometraže rute samo 47,3 km priključno vozilo bilo bez robe što čini koeficijent iskorištenja puta  $\beta$  0,977 odnosno 97,7 % rute je vozilo bilo popunjeno sa robom. Tek 0,023 iznosi koeficijent iskorištenja nultog puta  $\beta_0$  odnosno 2,3% od ukupne rute nije iskorišteno za prijevoz robe.

Vozilo marke MAN je zaslužno i za održavanje ove rute sigurnom i kvalitetnom sa potrošnjom tegljača od 30,5 l/100 km te je tegljač izvršavanjem ove rute potrošio 627,48 litara goriva.



Poluprikolica koja se koristi za prijevoz na ovoj ruti je poluprikolica s kukama, koje služe za viješanje mesa, ovakve prikolice mogu imati do 400 kuka na koje se meso može bez poteškoća prevoziti, rashladni motor agregata na prikolici ima potrošnju goriva od 1,5 l/h kako bi se kvaliteta robe unutar poluprikolice održala kvalitetnom i bezprijetnom tijekom cjelokupnog transporta.

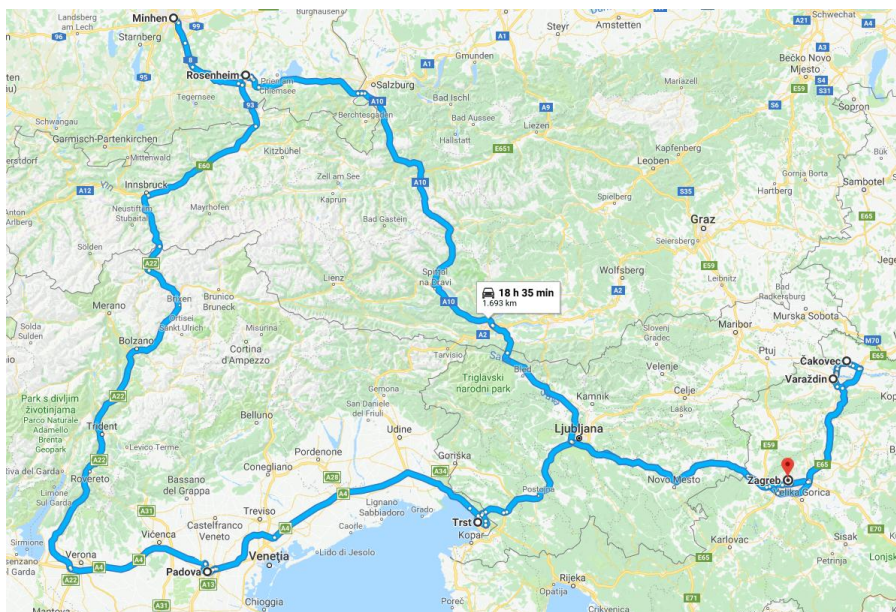


*Slika 5 Prikaz poluprikolice sa kukama*

Izvor: [http://heavycherry.com/machineinfo/lamberet/-three\\_axle\\_semi\\_meat\\_freezer\\_sko\\_slope-2006-semi\\_trailer-deep\\_freeze\\_transporter.html](http://heavycherry.com/machineinfo/lamberet/-three_axle_semi_meat_freezer_sko_slope-2006-semi_trailer-deep_freeze_transporter.html)

#### 4.2.3. Primjer rute prijevoza na relaciji Zagreb-Čakovec-Varaždin-Trst-Padova-Munchen-Rosenheim-Zagreb

Također jedna od kraćih ruta koju koristi tvrtka Ralu Logistika za redovne dostave, iako je riječ o kraćoj relaciji, ruta obuhvaća 4 zemlje Europske unije te je prikazana na slici 6.



*Slika 6 Prikaz rute Zagreb-Čakovec-Varaždin-Trst-Padova-Munchen-Rosenheim-Zagreb*

Izvor: <https://www.google.com/maps>

Ruta započinje u gradu Zagrebu te robu dostavlja u Čakovec udaljen 103 km, nakon iskrcaja robe vozilo nastavlja prema Varaždinu za ukrcaj nove robe dok prazan vozi 15,4 km. Nakon ukrcaja robe u vozilo u Varaždinu nastavlja se put prema Trstu gradu u Italiji put za koji je potrebno prijeći 319 km, gdje poslije iskrcaja vozilo nastavlja prema gradu Padova udaljenom 188 km radi sljedećeg ukrcaja robe. Iz Padove roba se vozi u Njemačku u grad München udaljen 510 km. Nakon iskrcaja robe potrebno je da vozač vozi prema gradu Rosenheim-u radi preuzimanja sljedećeg zadatka udaljenog 66,5 km, preuzimanjem robe završava se ruta kada se roba iskrca u Zagrebu nakon 490 km.

Ukupna kilometraža napravljena na ovoj ruti je 1.691,9 km, od koje je vozilo bilo prazno ukupno 270 km, te je koeficijent iskorištenja prijeđenog puta  $\beta$  0,8404 odnosno 84,04% a koeficijent iskorištenja nultog prijeđenog puta  $\beta_0$  0,1596 odnosno 15,96%.

Vozilo marke Mercedes se koristilo za prijevoz robe na ovoj ruti ima potrošnju goriva 29,5 l/ 100 km što znači da je vozilo potrošilo ukupno 499,11 litara goriva za izvršavanje ovog zadatka. Poluprikolica korištena pri prijevozu je poluprikolica sa duplim podom koji omogućava prijevoz robe znatno veće težine nego što je to slučaj sa uobičajenim poluprikolicama. Ova vrsta poluprikolice je također opremljena opremom za hlađenje te njen motor agregata za hlađenje ima potrošnju goriva od 2,5 litara po satu. Na slici 7. prikazan je agregat za hlađenje na poluprikolici.



*Slika 7 Prikaz rashladnog agregata na poluprikolici*

Izvor: <https://www.mascus.hr/transport/rabljene-poluprikolice-hladnjace>

#### 4.2.4. Analiza iskorištenja voznog parka RALU Logistike na bazi godine dana

Tvrtka RALU Logistika raspolaže sa sto teretnih vozila u voznom parku. U periodu od jedne godine angažiranost vozila voznog parka iznosi 91% prikazano u tablici 2. što znači da od ukupnog broja vozila tijekom jedne godine devet vozila što čini 9% voznog parka nije iskorišteno. Razlog ne iskorištenja su redovni servisi te ne ispunjenost vozila tijekom vožnje (nulti kilometri), odnosno vožnja do mjesta preuzimanja robe. Prosječna potrošnja goriva vozila voznog parka je 31,7 litara na sto kilometara. Vozila voznog parka na period od godine dana prijeđu 13.008.083 km, a od toga 11.695.900 km je prijeđeno u svrhu prijevoza robe koja je unutar vozila. Provjerom iskorištenja korištenjem formule za izračun koeficijenta iskorištenja prijeđenog puta ( $\beta$ ) izraza (6.) zaključuje se da je iznos iskorištenja 89,9% odnosno 10,1% nultog prijeđenog puta 1.312.183 km.

*Tablica 2* Prikaz iskorištenja voznog parka RALU Logistike

KPI	1.-12.
Broj kamiona na raspolaganju	100
Broj angažiranih kamiona	91
Angažiranost kamiona u %	91%
Broj kilometara	13.008.083
Broj kilometara / kamion	10.840
Broj kilometara / Angažirani kamion	11.930
Puni km	11.695.900
Iskorištenje km u %	89,9%
Potrošnja L/100 km	31,7

Radno vrijeme mobilnog radnika je ograničeno zakonskim odredbama. Tvrtka mora voditi računa o tim ograničenjima kako bi njihovi djelatnici izbjegli kažnjavanje. Iz razloga što je svaki prijevoz specifičan za sebe tvrtka nije u mogućnosti pružiti podatke za izradu vremenske analize djelovanja prijevoznih sredstava. Radno vrijeme djelatnika unutar perioda od 24 sata iznosi 13 sati te se iznimno može produžiti na 15 sati, ali samo dva puta tijekom tjedna vodeći računa o tjednim ograničenjima i odmorima koje je za prvi tjedan 24 sata, a za drugi tjedan 45 sati odmora, nakon kojih i između kojih smije raditi kako je prije rečeno.<sup>20</sup>

<sup>20</sup> M. Gočin, S. Debeljak: Radno vrijeme i obavezni odmori mobilnih radnika, Rijeka, 2016

Brzina prijevoza od početka do kraja prijevoza nije moguća za prikazati jer RALU Logistika nema sustav kojim prate brzinu prijevoza vozila tako da nisu u mogućnosti pružiti točne podatke na ruti. Među prikazanim rutama na slikama 2, 4 i 6 vidljivo je da vozila često prelaze granice, radi dugih ruta moraju često stajati radi odmora te također u gradovima postoje zabrane prometovanja vikendima za teška teretna vozila. Sve navedeno uzrokuje nemogućnost očitavanje brzine bez dodatnih senzora i sustava. Isto vrijedi i za nazivnu nosivost vozila odnosno za količinu prevezene robe, djelomično i radi očuvanja polovne tajne.

## 5. PRIJEDLOG ELEMENATA UNAPRJEĐENJA

Elemente unaprijeđenja koji bi se mogli izvesti u tvrtci RALU moguće je primjeniti i na ostale tvrtke koji koriste bilo koju vrstu voznog parka cestovnih teretnih vozila. Vozila koja se koriste u hladnom lancu se generalno razlikuju od uobičajenih teretnih vozila radi priključnih elemenata odnosno prikolice i poluprikolice. Iznimka su manja dostavna vozila. Elementi unaprijeđenja na postojeći model tvrtke RALU su:

- Smanjenje troškova goriva primjenom eko vožnje
- Smanjenje prijeđenog puta između mjesta preuzimanja robe i mjesta iskrcaja
- Unaprijeđenje voznog parka uvođenjem vozila na električni i hibridni pogon
- Kupnja vozila na leasing

### 5.1. Smanjenje troškova goriva primjenom eko vožnje

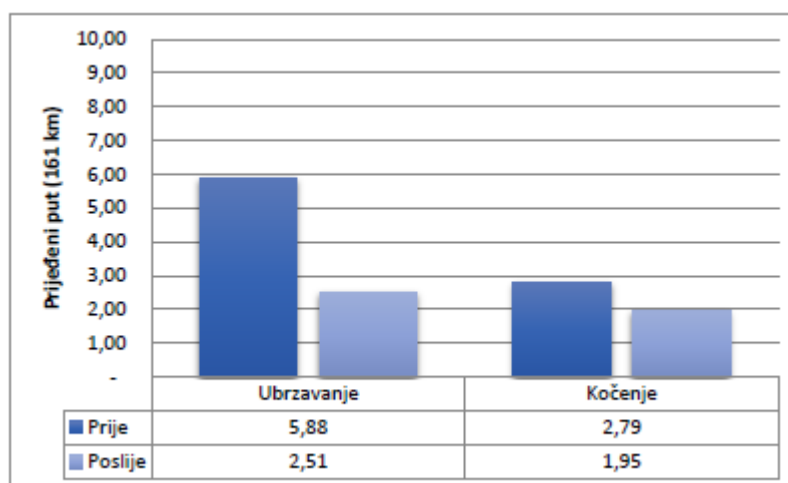
Trošak goriva ima velik udio u ukupnim troškovima prijevoza, takva vrsta troška nije fiksna te se može smanjiti ili povećati načinom vožnje vozača. Na veće udaljenosti vozač uvelike utječe na potrošnju goriva, agresivnom vožnjom, naglim ubrzavanjem, naglim stajanjem, vožnjom brzinom većom od ograničenja i slično ne povećava se samo potrošnja goriva već i ostale komponente vozila koje se mogu smanjiti drastično korištenjem mirnijeg vozača te poštivanjem ograničenja.

Primarnni cilj je smanjiti potrošnju goriva što je više moguće. Neki od načina smanjenja troškova potrošnje goriva su:

- edukacija vozača o ekonomičnom načinu vožnje
- održavanje vozila
- uvođenje teretnih vozila na električni i hibridni pogon

Edukacijom vozača o ekonomičnom načinu vožnje te provođenjem iste u praksi brinu se vanjski suradnici koji analiziraju navike vozača poput tvrtke Intel. Analiziranjem vožnje vozača kada sami voze i kada voze prema uputama instruktora dolazi se do zaključka da je vozač ne svjestan grešaka koje radi prilikom vožnje.

Analizom koju je provela tvrtka Intel moguće je vidjeti u grafikonu 1. Vidljivo je da se nakon edukacije ubrzavanje reduciralo za 57%, a kočenje za 30%. Nakon testiranja vozačima su prikazani rezultati što im je omogućilo uvid koliko smirenija vožnja doprinosi tvrtci, te su prihvatili mjenjati navike.



*Grafikon 1 Prikaz potrošnje goriva prije i poslije edukacije*

Izvor:

<https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A408/datastream/PDF/view>

Kao što je prije spomenuto cijena goriva i potrošnja goriva čine veliku stavku među ukupnim troškovima te svaki način smanjenja tog troška se cijeni. Postoje načini da se regulira potrošnja goriva, neki od njih su:

- Unošenje podataka o potrošnji u aplikaciju, trošak goriva (količina i iznos) te potom aplikacija izračunava prosječnu potrošnju od točenja do točenja s obzirom na prijeđenu kilometražu. Ovakav način upravljanja omogućava logističkim operaterima da prate udaljenim putem količinu natočenog goriva, trenutnu cijenu goriva i prijeđenu kilometražu s obzirom na zastoje, vožnju te način vožnje.

- Mogućnost ugradnje senzora direktno u spremnik goriva vozila pomoću kojeg je moguće mjeriti i bilježiti zapažanja kod naglog opadanja nivoa goriva te u realnom vremenu dobivati informacije o vozilu. Na taj način se može dobiti ispis vremena i mjesta događaja te usporediti sa stanjem na cesti, kao i stanju goriva u spremniku bez mogućnosti manipuliranja.

Iskustva korisnika ovog rješenja pokazuju da se uštede u gorivu nakon ugradnje senzora mjerene u postocima dostižu čak i 20% smanjenja potrošnje goriva.



Eko vožnja je način vožnje koji uvelike pomaže smanjenje potrošnje goriva i negativnog utjecaja čovjeka na okoliš smanjenjem stakleničkih plinova, uz to se povećava i sigurnost te udobnost tijekom vožnje što je vidljivo na slici 2.

Tehnika eko vožnje obuhvaća prepoznavanje situacija u prometu i prilagođavanje vožnje tim situacijama te umjerenost u upravljanju komandama vozila u višem stupnju prijenosa s nižim brojem okretaja gdje je to moguće, održavanje kontinuirane vožnje jer većina teretnih vozila većim dijelom putuje na relacijama gdje ima auto put te je to moguće, te izbjegavanje ne potrebnih naglih ubrzavanja, usporavanja odnosno kočenja, te sve u skladu s prometnim propisima.



*Slika 8 Dobrobiti ekovožnje*

Izvor: <http://www.fmlc.com.hr/10-savjeta-cete-ekovožnjom-smanjiti-potrosnju-goriva/>

Smanjenje potrošnje goriva ekovožnjom moguće je:

- Redovitim servisima
- Provjerom tlaka u gumama
- Umjerenom vožnjom te poštivanjem prometnih propisa. Svako naglo kočenje i ubrzavanje troši više goriva te stvara više nepotrebnih stakleničkih plinova
- Predviđanjem situacija u prometu te prilagođavanjem vožnje istima



## 5.2. Smanjenje prijeđene kilometraže

Fleet management sustav omogućava određivanje vremena u kojemu je moguće odnosno dopušteno korištenje vozila. Sve vožnje izvan dopuštenog vremena bilježe se te objavljuju u grafičkom obliku i izvješću o kojem se obavještava logistički operater. Fleet management sustav omogućava ograničavanje kretanja vozila vikendima u slučaju da je to u dotičnoj zemlji zabranjeno, moguće je također odrediti točnu rutu kojom se vozilo mora kretati te bilo kakvo nepoštivanje biva evidentirano te se obavještavaju logistički operateri o tome. U globalu fleet management sustav omogućava operateru kontrolu nad svojim voznim parkom preko nekoliko jednostavnih aplikacija te može postaviti vlastita ograničenja koja postavlja radi smanjenja kilometraže, nepotrebnih kazni, smanjenja potrošnje goriva te ostalih sličnih troškova.

Smanjenje prijeđene kilometraže, vidljivo sa slike 3., prikazuje se kroz uštede na:

- Gorivu
- Troškovima održavanja vozila
- Troškovima radnog vremena zaposlenika
- Korištenje manjeg broja vozila za isti ili veći prijevozni učinak



*Slika 9 Smanjenje troškova smanjenjem prijeđene kilometraže*

Izvor: <http://www.fmlc.com.hr/smanjite-kilometrazu-koristenjem-gps-a/>

Dio Fleet Management sustava je GPS (Global Positioning System) pomoću kojega je moguće pratiti vozilo putem satelita. GPS omogućava smanjenje prijeđenih kilometara za 10% što uz trošak Fleet Management sustava i dalje ostvariva uštedu od 3 do 5%.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> <https://www.fmlc.com.hr/smanjite-kilometrazu-koristenjem-gps-a/> (14.09.2018.)

### 5.3. Uvođenje vozila na električni i hibridni pogon

Mogućnost zamjene klasičnih diesel motornih teretnih cestovnih vozila za vozila pogonjena električnom energijom ili hibridnim vozilima ostvaruje se velika prednost nad konkurentima. Smanjenje potrošnje goriva te smanjenje zagađenja ispušnjim plinovima uvelike pospješuje poslovanje tvrtke.

Dostava robe u urbana područja korištenjem vozila na električni pogon smanjuje troškove, smanjuje buku te zagađenje, sve ono što predstavlja velike probleme u velikim gradovima. Uvođenje električnih i hibridnih vozila zahtjeva velika trenutna ulaganja, ali se njihova isplativost u vrlo kratkom roku prikazuje, te bi trebala biti jedna od najznačajnijih ulaganja u vozni park. Slikom 5. se prikazuju prednosti uvođenja električnih i hibridnih vozila u poslovne procese.

Električna vozila ne troše glasično gorivo već kako i sam naziv govori koriste električnu energiju za pogon, s obzirom da je cijena goriva 10 kuna<sup>22</sup> po litri za pun spremnik od 400 litara prosječnog teretnog vozila približno je potrebno 4000 kuna što je dovoljno za 1000 kilometara<sup>23</sup>, iznos za napunjenu bateriju veličine 1 megavat sat<sup>24</sup> (MWh) električnog vozila je 1.008,41 kunu<sup>25</sup> sa kojom je moguće prijeći 800 kilometara.

---

<sup>22</sup> <http://cijenegoriva.info/CijeneGoriva.aspx> (14.09.2018.)

<sup>23</sup> <https://www.kamion-bus.hr/917?cctest&> (14.09.2018)

<sup>24</sup> <https://www.bug.hr/automobili/elektricni-kamion-tesla-semi-kostat-ce-150000-dolara-1543> (14.09.2018.)

<sup>25</sup> <http://mojracun.hep.hr/kalkulator/> (14.09.2018.)



*Slika 10 Prednosti električnih i hibridnih vozila*

Izvor: <http://automobili.dnevnik.hr/novosti/savjeti/kupnja-automobila-na-leasing-ili-na-kredit>

#### 5.4. Kupnja vozila na leasing

Redovna zamjena starih vozila voznog parka sa novim je potreba zbog velikog broja prijeđenih kilometara te neisplativosti servisiranja nakon pet do sedam godina starosti vozila. Kupnja putem leasing-a ispostavlja se kao najisplativiji način kupnje jer nudi mogućnost izmjene vozila svakih pet godina za nova vozila. Tvrtke plaćaju leasing iz prihoda tvrtke, odnosno troškovi vozila su zapravo troškovi poslovanja, što nezahtjeva veliku količinu financijskih sredstava u jednom trenutku. Financiranje putem leasinga također ima dobit kod servisiranja vozila, naime sklapanjem ugovora vozila nisu na strani tvrtke dok se u potpunosti ne isplate, također je riječ i o servisima koje tvrtka ugovorom može ograničiti na prodavatelja vozila te on za određenu svotu nosi odgovornost za servisiranje svih vozila.

Leasing je financiranje na dug, što označava već spomenuto vlasništvo vozila, vlasnik vozila je kuća od koje je vozilo kupljeno do potpune isplate.

Samim time što se ne plaća puna cijena vozila te time da se isplaćuje na mjesečnoj bazi postepeno dug tvrtke prema leasing kući, prestankom plaćanja kuća uzima sebi vozila te tvrtka više nemora plaćati ta vozila. Nakon određenog perioda primjerice pet godine tvrtka je u mogućnosti uzeti nova vozila bez brige za prodajom starih vozila.

Mogućnosti koje nudi kupnja vozila na leasing prikazane su slikom 6.

Tvrtka time značajno smanjuje velike troškove ulaganja u kupovanje novih vlastitih vozila, brige za prodajom starih vozila te značajno smanjuje troškove održavanja. Jedno od najvažnijih stavki je to da se održava sigurnost vozača, povećava kvaliteta prijevoza i usluge, te pomlađivanje voznog parka uz manji trošak.

Za kupnju novog tretenog cestovnog vozila potrebno je uložiti od 70.000 € do 90.000 €<sup>26</sup> kupnjom na leasing odnosno na dug auto kuća nudi plaćanje na 7 godina mjesečnom ratom od 760,50 €<sup>27</sup> za vozilo vrijednosti 86.900 €. Cijena vozila starog 5 godina iznosi približno 28.000 €.<sup>28</sup>



*Slika 11 Dodatne mogućnosti kupnje vozila na leasing*

Izvor: <http://automobili.dnevnik.hr/novosti/savjeti/kupnja-automobila-na-leasing-ili-na-kredit>

<sup>26</sup> <https://www.mantruckandbus.com/en/index.html> (14.09.2018.)

<sup>27</sup> <http://www.impuls-leasing.hr/default.aspx?id=25> (14.09.2018.)

<sup>28</sup> [https://autoline.hr/search\\_text.php?query=man+teglja%C4%8D+2013](https://autoline.hr/search_text.php?query=man+teglja%C4%8D+2013) (14.09.2018.)

## 6. OČEKIVANI UČINCI PRIMJENE PREDLOŽENIH ELEMENATA UNAPRJEĐENJA

Primjenom predloženih unaprjeđenja u tvrtci RALU učinci vezani za isplativost i smanjenje troškova prikazali bi se zadovoljavajućim rezultatima. Očekuju se promjene u voznom parku u pogledima potrošnje goriva, kilometraže vozila, promjena vozila voznog parka te način kupovine tih vozila.

### 6.1. Korištenje elemenata smanjenja troškova goriva

Smanjenje troškova goriva jedna je od najbitnijih stavki kod smanjivanja ukupnih troškova tvrtke. Tvrtka RALU raspolaže sa vlastitom benzinskom crpkom koja u samom startu pomaže tvrtci smanjiti troškove goriva iako u početku zahtjeva velika ulaganja.

Primjenom unaprijeđenja elemenata poput edukacije osoblja za eko vožnjom povećava se svjesnost osoblja odnosno vozača za svijesnom i odgovornom vožnjom te kako oni mogu pomoći promjenom malih dijelova tijekom svog radnog dana tvrtci u kojoj su zaposleni. Eko vožnja je način vožnje u kojoj vozač prilagođava svoju brzinu i način kočenja okolini, te na taj način održava konstantnu brzinu što je duže to moguće, vozi u nižim stupnjevima prijenosa što sve utječe na potrošnju goriva i dijelova vozila.

Potrebe smanjenja goriva su vidljive i neophodne, tvrtka ulaganjem u edukaciju osoblja i u održavanje svojih vozila to čini. Uvođenjem teretnih vozila na električni pogon i hibridni pogon zahtjeva velika ulaganja na početku, ali svoju isplativost vozila dokazuju od samog početka primjene. Električna i hibridna vozila osim što smanjuju potrošnju goriva pozitivno utječu na okoliš samnjivanjem količine štetnih plinova, te u naprednijim gradovima u kojima je zabranjen promet motronim vozilima koja koriste motore sa unutarnjim izgaranjem omogućavaju ulazak u te gradove te postoji mogućnost samnjenja ukupne prijeđene kilometraže.

## 6.2. Korištenje elemenata unaprijeđenja smanjivanjem prijeđene kilometraže

Upotrebom software-a fleet management sustava omogućava se kontrola nad voznim parkom, određivanjem ruta koje vozač mora poštivati te svako ne poštivanje je zabilježeno unutar sustava. Sustav omogućava kontrolu nad voznim parkom te svaka tvrtka koja se bavi prijevozom te ima vlastiti vozni park trebala bi koristiti ovu ili sličnu inačicu sustava za kontrolu voznog parka.

Osim smanjenja ne potrebnih kazna za ne poštivanje prometnih pravila osigurava se smanjenje kilometraže prijeđene vozilom koje su nisu potrebne za izvršavanje prijevoza poput vožnje obilaznim cestama, krivi smjer kretanja te naknadno okretanje vozila za vraćanje na pravi put i slično. Sustav smanjuje troškove goriva, održavanja vozila, troškova radnog vremena zaposlenika i omogućava korištenje manjeg broja vozila za obavljanje prijevoza što tvrtci ostavlja na raspolaganje veći broj vozila za ostale poslove prijevoza.

## 6.3. Elementi unaprijeđenja uvođenjem vozila na električni i hibridni pogon

Uvođenjem električnih vozila i vozila na hibridni pogon tvrtka bi značajno uštedila na troškovima goriva jer određena vozila ne koriste gorivo za pogon već električnu energiju. Iako velik početni trošak, vozila na alternativni način pogona vrlo brzo nakon uključenja u pogon tvrtci donose velike prihode jer imaju vrlo male troškove.

Ostvarivanje velike prednosti nad konkurentima sa manjim troškovima, dostava robe u područja gradova gdje je zabranjen pristup vozilima sa motorom na unutarnje izgaranje (klasični motori), te smanjenje kilometraže prolaskom tim područjima bez potrebe zaobilaznja.

Električna vozila su vrlo tiha te okolini daju pozitivne učinke i gotovo da nemaju negativnih učinaka prema prijevozniku ni okolini kojom takvo vozilo prolazi. Značajke takvih vozila su iste i bolje naprema klasičnim vozilima, što znači da nebi dolazilo do gubitaka prilikom izvršavanja prijevoza. Prema tome uvođenje električnih vozila i vozila na hibridni pogon ostvaruje se velika prednost i trebala bi biti jedna od najznačajnijih ulaganja u vozni park.

#### 6.4. Unaprijeđenje elemenata kupnjom vozila na leasing

Zamjena vozila radi održavanja starosti voznog parka je važna stavka pri vođenju tvrtke sa vlastitim voznim parkom. Kako bi se izbjegle neugodnosti sa prodajom starih vozila radi kupnje novih vozila mnoge tvrtke se odlučuju na kupnju leasing vozila. Kupovina na leasing označava kupnju na dug, u određenim intervalima se vozilo isplaćuje, ali se cijelo vrijeme od sklapanja ugovora sa kućom koja prodaje vozila ta vozila koriste.

U slučaju ne poštivanja ugovora kuća preuzima vozila i tvrtka koja ih je uzela na leasing odnosno na dug više nema mogućnost ih koristiti dok ne nastavi vraćati dug. Prednost kupovine na dug odnosno na leasing tvrtka sebi omogućava kupovinu vozila s time da ih nemora odmah isplatiti u cijelosti već dio po dio. Druga prednost ovakve kupovine je kada starost voznog parka dosegne pet ili više godina tvrtka može jednostavno raskinuti ugovor i preuzeti novi ugovor sa novim vozilima te tako zamjeniti cijelokupni vozni park bez brige o prodaji vozila koja zapravo nikada nisu bila njihova.

Tvrtka sebi na taj način samnjuje troškove održavanja, nemora brinuti o prodaji starih vozila, zamjena vozila se odvija u kratkom roku iako leasing odnosno dug se otplaćuje po višim novčanim tarifama tvrtka ne plaća cijeli iznos odjednom.

## 7. ZAKLJUČAK

Prijevoz robe u hladnom lancu teretnim cestovnim vozilima sličan je prijevozu robe uobičajenim teretnim cestovnim vozilima, veliku razliku čini vrsta robe koja se prevozi. Za transport robe kojoj je potreban određen temperaturni režim prije, tijekom i nakon transporta koristi se transport robe u hladnom lancu. Transport robe u hladnom lancu zahtjeva tehnologiju, opremu, drugačiji način pripreme robe te vozila. Skladišta koja imaju hladnjače i vozila sa rashladnim agregatim omogućavaju prijevoz i skladištenje te vrste robe.

Rute koje se koriste unutar tvrtke RALU Logistika obuhvaćaju cijelu europu te su za to potrebna kvalitetna vozila i vlastiti servis sa vlastitom benzinskom crpkom za smanjenje troškova. Kako bi se ugovoreni poslovi više isplatili potrebno je smanjiti troškove u što većoj mjeri, samim time što tvrtka obavlja sama svoje servise i toči gorivo na vlastitoj benzinskoj crpki označava ozbiljnost u pogledu smanjivanja troškova i povećanja kvalitete i sigurnosti u svom voznom parku.

Vozni park Tvrtke RALU Logistika nije optimalno iskorišten radi velikog broja nultih kilometara koji donose troškove bez dobitaka u prijevozu. Prijevozom zbirnih pošiljaka te iskorištavanjem prijevoza gdje nastaju nulti kilometri za prijevoz robe od konkurenata sa minimalnom isplativošću povećali bi iskoristivost voznog parka i smanjili gubitke nastalih nultih kilometara.

Također primjenom prijedloga elemenata unaprijeđenja troškovi bi se smanjili u većoj mjeri te bi se doprinosi tvrtci povećali. Primjenom elemenata unaprijeđenja smanjenja goriva edukacijom o eko vožnji vozači bi uvidjeli svoje greške koje vrlo vjerovatno čine nesvjesno i samim time smanjuju učinkovitost prijevoza. Konstantnim održavanjem tvrtka RALU Logistika povećava kvalitetu i dugotrajnost svojih vozila. Uvođenjem vozila na električni pogon i hibridni pogon troškovi goriva drastično bi se smanjili iako uvođenje takvih vozila zahtjeva vrlo velika sredstva na početku njihova isplativost u vrlo kratkom roku bi bila vidljiva.

Korištenjem spomenutog fleet management sustava poboljšala bi se kontrola nad voznim parkom i smanjili bi se ne potrebni kilometri što znači uštedu u potrošenom gorivu, održavanju vozila, troškovima plaćanja zaposlenika radi smanjenja njegovog radnog vremena odnosno boljoj iskoristivosti njegovog radnog vremena i koristilo bi se manje vozila za isti prijevoz što tvrtci daje više raspoloživih vozila za druge poslove.



## LITERATURA

### Knjige:

1. Rogić, K.; Šutić, B.; Kolarić, G.: Methodology of introducing fleet management system, Zagreb, 2008.
2. Stanković, R.; Šafran, M.; Ivanković, Č.: Špedicija i logistički procesi, Zagreb, 2010.
3. M. Gočin, S. Debeljak: Radno vrijeme i obavezni odmori mobilnih radnika, Rijeka, 2016

### Nastavni materijali:

1. Protega, V.; Temeljne teorijske postavke; autorizirana predavanja iz kolegija Osnove tehnologije prometa, Fakultet prometnih znanosti, 2011.
2. Bilić, B.; Jurjević, M.; Barle, J.; Procjena pouzdanosti tehničkog sustava primjenom Markovljevih modela, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Split, 2010.
3. Lipovec, N.; Kozina, G.; ekonomska analiza i ocjena zakonitosti ponude i potražnje, Veleučilište u Varaždinu, 2013.
4. Stanković, R.; Problem usmjeravanja vozila: autorizirana predavanja iz kolegija Prijevozna logistika 2, Fakultet prometnih znanosti, 2015.
5. Zelenika, M.; Vrijeme rada i odmora; autorizirana predavanja iz kolegija Organizacija prijevoza putnika, Fakultet prometnih znanosti, 2014.

### Internet stranice:

1. <https://www.jatrgovac.com/2011/10/logistika-skladistenje-i-transport-hrane-u-hladnom-lancu/> (Pristupljeno: 20.08.2018.)
2. <http://www.zzjzdnz.hr/hr/o-nama/rjecnik-pojmova/977> (Pristupljeno: 20.08.2018.)
3. A.T.Kearney analiza-Održivi razvoj hrvatske transportne industrije; <http://www.archive-si-2013.com/open-archive/1157508/2013-01-15/3c9a95f5dfade4df56805d28d8a81f1b> (Pristupljeno: 30.08.2018.)
4. Rogić, K.; Šutić, B.; Kolarić, G.: Methodology of introducing fleet management system; <http://www.fpz.unizg.hr/traffic/index.php/PROMTT/article/viewFile/992/839> (Pristupljeno: 30.08.2018.)
5. <http://www.arz.hr/index.php?page=4&lng=1> (Pristupljeno: 30.08.2018.)

6. <http://www.mm-medven.com> (Pristupljeno: 30.08.2018.)
7. [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_06\\_75\\_1505](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_75_1505). (Pristupljeno: 30.08.2018.)
8. <http://www.cvh.hr/propisi-i-upute/pravilnici/zakon-o-sigurnosti-prometa-na-cestama/pravilnik-o-tehnickim-uvjetima-vozila-u-prometu-na-cestama> (Pristupljeno: 30.08.2018.)
9. <http://www.trznice-zg.hr/default.aspx?id=278> (Pristupljeno: 30.08.2018.)
10. <https://www.fmlc.com.hr/smanjite-kilometrazu-koristenjem-gps-a/> (14.09.2018.)
11. <http://cijenegoriva.info/CijeneGoriva.aspx> (14.09.2018.)
12. <https://www.kamion-bus.hr/917?cctest&> (14.09.2018)
13. <https://www.bug.hr/automobili/elektricni-kamion-tesla-semi-kostat-ce-150000-dolara-1543> (14.09.2018.)
14. <http://mojracun.hep.hr/kalkulator/> (14.09.2018.)
15. <https://www.mantruckandbus.com/en/index.html> (14.09.2018.)
16. <http://www.impuls-leasing.hr/default.aspx?id=25> (14.09.2018.)
17. [https://autoline.hr/search\\_text.php?query=man+teglja%C4%8D+2013](https://autoline.hr/search_text.php?query=man+teglja%C4%8D+2013) (14.09.2018.)

## POPIS SLIKA

Slika 1 Prikaz „flote“ RALU Logistike.....	14
Slika 2 Prikaz rute Zagreb-Rijeka-Kopar-Ardoie-Zagreb na karti.....	16
Slika 3 Prikaz poluprikolica sa duplom zonom hlađenja tkz. Dvorežimska .....	18
Slika 4 Prikaz rute Zagreb-Zadar-Nova Ves-Slany-Zagreb na karti.....	19
Slika 5 Prikaz poluprikolice sa kukama .....	20
Slika 6 Prikaz rute Zagreb-Čakovec-Varaždin-Trst-Padova-Munchen-Rosenheim-Zagreb ...	21
Slika 7 Prikaz rashladnog agregata na poluprikolici .....	22
Slika 8 Dobrobiti ekovožnje.....	27
Slika 9 Smanjenje troškova smanjenjem prijeđene kilometraže .....	28
Slika 10 Prednosti električnih i hibridnih vozila .....	30
Slika 11 Dodatne mogućnosti kupnje vozila na leasing.....	31

## POPIS TABLICA

Tablica 1 Prikaz vozila RALU Logistike .....	15
Tablica 2 Prikaz iskorištenja voznog parka RALU Logistike.....	23

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1 Prikaz potrošnje goriva prije i poslje edukacije .....	26
---	----